

# Strukturierte Befundung von Polytrauma-CTs mit Checklisten: Diagnostische Genauigkeit in Abhängigkeit von der Erfahrung des Radiologen

## Structured Reporting of Whole-Body Trauma CT Scans Using Checklists: Diagnostic Accuracy of Reporting Radiologists Depending on Their Level of Experience

### Autoren

Lena Marie Dendl<sup>1, 2</sup>, Antonia Maria Pausch<sup>3</sup>, Patrick Hoffstetter<sup>4</sup>, Christian Dornia<sup>5</sup>, Josef Höllthaler<sup>6</sup>, Antonio Ernstberger<sup>7</sup>, Roland Becker<sup>8</sup>, Sebastian Kopf<sup>8</sup>, Stephan Schleder<sup>9</sup>, Andreas G. Schreyer<sup>1</sup>

### Institute

- 1 Institute for Diagnostic and Interventional Radiology, Brandenburg Medical School Theodor Fontane, Brandenburg a. d. Havel, Germany
- 2 Department of Radiology, Johanniter-Hospital Treuenbrietzen, Germany
- 3 Department of Radiology, University Hospital Regensburg, Germany
- 4 Department of Radiology, Asklepios-Klinikum Bad Abbach, Germany
- 5 Radiology, MVZ für Diagnostische Radiologie Düsseldorf, Germany
- 6 Radiology, dia.log Altötting, Germany
- 7 Department of Trauma Surgery, Klinikum Osnabrück GmbH, Osnabrück, Germany
- 8 Department of Orthopaedics and Traumatology, Medizinische Hochschule Brandenburg Theodor Fontane, Brandenburg an der Havel, Germany
- 9 Department of Radiology, Barmherzige-Brüder-Klinikum Sankt Elisabeth Straubing GmbH, Straubing, Germany

### Key words

structured reporting, CT, trauma

eingereicht 21.12.2020

akzeptiert 08.06.2021

online publiziert 04.08.2021

### Bibliografie

Fortschr Röntgenstr 2021; 193: 1451–1460

DOI 10.1055/a-1541-8265

ISSN 1438-9029

© 2021, Thieme. All rights reserved.

Georg Thieme Verlag KG, Rüdigerstraße 14, 70469 Stuttgart, Germany

### Korrespondenzadresse

Prof. Andreas G. Schreyer

Institute for Diagnostic and Interventional Radiology, Brandenburg Medical School Theodor Fontane, Hochstraße 29, 14770 Brandenburg a. d. Havel, Germany

Tel.: +49/33 81/41 26 00

Fax: +49/33 81/41 26 09

andreas.schreyer@mac.com

### ZUSAMMENFASSUNG

**Ziel** Evaluation einer strukturierten Befundung der Ganzkörper-Multislice-Computertomografie (MSCT) bei Patienten mit angenommener Polytraumatisierung anhand von Checklisten bezüglich ihrer diagnostischen Genauigkeit in Abhängigkeit der Berufserfahrung der auswertenden Radiologen.

**Material und Methoden** In einem retrospektiven Studiendesign wurden 140 konsekutive Schockraum-CT in die Studie eingeschlossen. Diese wurden in einer Studienauswertung von 3 Radiologen (Weiterbildungsassistent im 1. Ausbildungsjahr und 2 Radiologen mit 3 und 7 Jahren Berufserfahrung als Fachärzte) mittels Checklisten ausgewertet. Checkliste 1 soll innerhalb von maximal einer Minute akut lebensbedrohliche Diagnosen und Checkliste 2 innerhalb von maximal 10 Minuten systematisch die wichtigsten Befunde erfassen. Auswertungszeiten wurden dokumentiert. Als Goldstandard dienten der schriftliche radiologische Befund und die Arztbriefe.

**Ergebnisse** Die Auswertung von Checkliste 1 ergab zwischen 5,0 und 11,4% falsch negative und 0,7 und 1,4% falsch positive Befunde. Dabei wies der am wenigsten erfahrene Auswerter die höchste diagnostische Genauigkeit auf. Bei Checkliste 2 fiel eine hohe diagnostische Ungenauigkeit mit einer Falsch-Negativ-Rate zwischen 19,3 und 35,0% auf. Die Befundgenauigkeit des Weiterbildungsassistenten war im Vergleich zu dem Facharzt seit 3 Jahren ( $p = 0,0197$ ) und seit 7 Jahren ( $p = 0,0046$ ) statistisch signifikant höher. Mit kürzerer Auswertungszeit stieg die Fehlerquote der Befunder deutlich an. Alle 3 Befunder übersahen am häufigsten Frakturen der Wirbelkörper und Rippen.

**Schlussfolgerung** Unerfahrene Befunder erzielen bei Einsatz einer Checkliste zur Erfassung der wichtigsten Diagnosen von Schockraum-Patienten eine signifikant bessere Befundgenauigkeit im Vergleich mit erfahreneren Auswertern.

#### Kernaussagen:

- Bei einer reinen Studienauswertung ist die Fehlerquote der Checklisten-Befundung insgesamt hoch.
- Bei den am häufigsten übersehenen Befunden bei der Polytrauma-CT handelt es sich um Frakturen, insbesondere der Wirbelkörper und Rippen.
- Bei einer reinen Studienauswertung erzielen unerfahrene Befunder durch einen strukturierten Befundungsansatz eine höhere Befundgenauigkeit als erfahrene Befunder.

#### Zitierweise

- Dendl LM, Pausch AM, Hoffstetter P et al. Structured Reporting of Whole-Body Trauma CT Scans Using Checklists: Diagnostic Accuracy of Reporting Radiologists Depending on Their Level of Experience. *Fortschr Röntgenstr* 2021; 193: 1451–1460

#### ABSTRACT

**Purpose** Evaluation of the diagnostic accuracy of a checklist-style structured reporting template in the setting of whole-body multislice computed tomography in major trauma patients depending on the level of experience of the reporting radiologist.

**Materials and Methods** A total of 140 major trauma scans with the same protocol were included in this retrospective study. In a purely trial-intended reading, the trauma scans were analyzed by three radiologists with different levels of experience (resident, radiologist with 3 years of experience after board certification, and radiologist with 7 years of experience after board certification). The aim was to fill in the checklist 1 template within one minute to immediately diagnose management-altering findings. Checklist 2 was intended for the analysis of important trauma-related findings within 10 minutes. Reading times were documented. The final radiology report and the documented injuries in the patient's medical record were used as gold standard.

**Results** The evaluation of checklist 1 showed a range of false-negative reports between 5.0% and 11.4% with the resident showing the highest accuracy. Checklist 2 showed overall high diagnostic inaccuracy (19.3–35.0%). The resident's diagnostic accuracy was statistically significantly higher compared to the radiologist with 3 years of experience after board certification ( $p = 0.0197$ ) and with 7 years of experience after board certification ( $p = 0.0046$ ). Shorter average reporting time resulted in higher diagnostic inaccuracy. Most of the missed diagnoses were fractures of the spine and ribs.

**Conclusion** By using a structured reporting template in the setting of major trauma computed tomography, less experienced radiologists reach a higher diagnostic accuracy compared to experienced readers.

## Einleitung

Basierend auf der Datenerhebung des Traumaregisters der Deutschen Gesellschaft für Unfallchirurgie (DGU) aus dem Jahr 2019 kann deutschlandweit von jährlich über 32 580 schwerstverletzten Patienten entsprechend des sogenannten „Basiskollektivs“ bzw. über 17 664 Patienten mit einem ISS (Injury-Severity-Score)  $\geq 16$  ausgegangen werden [1].

Die aktuell gültige S3-Polytrauma-Leitlinie wurde entworfen, um die komplexen Handlungsabläufe im Rahmen der Schwerverletztenversorgung zu strukturieren, und dient zudem als Vorlage für die Erstellung individueller Behandlungsalgorithmen in den einzelnen Kliniken [2, 3]. Im Weiteren erfolgt eine Orientierung der klinischen Pfade an dem ATLS-Konzept (Advanced Trauma Life Support) [4]. Die frühe klinische Behandlungsphase wird durch ein interdisziplinäres Zusammenwirken von Unfallchirurgie, Anästhesie und Radiologie sowie, je nach Meldebild des Polytraumas, weiteren Fachdisziplinen bestimmt. Die erste Schockraumphase, in welcher die Kreislaufstabilisierung im Vordergrund steht, mündet regelhaft in der Evaluation des Verletzungsmusters mittels Ganzkörper-Computertomografie [5].

Insbesondere bei schwerverletzten Patienten kann die Durchführung einer Ganzkörper-CT zu diesem frühen Zeitpunkt dazu beitragen, die Mortalität signifikant zu senken [6]. Durch die Notwendigkeit einer umgehenden Detektion lebensbedrohlicher Verletzungsmuster ist eine zuverlässige und belastbare radiologische

Befundung unerlässlich. Diese Befundung muss auch während Nacht- und Wochenenddiensten, welche häufig primär durch Weiterbildungsassistenten abgedeckt werden, zuverlässig und mit höchster diagnostischer Sicherheit garantiert sein [7–9]. Zudem ist durch die Beteiligung verschiedener Fachdisziplinen und Kollegen an der Betreuung polytraumatisierter Patienten eine sichere Übermittlung der Diagnosen essenziell [5, 10]. Die notwendige Struktur in der Befundung und die eindeutige Informationsübermittlung in Textform an den zuweisenden Arzt bzw. im Fall der Polytrauma-Betreuung an die an der Versorgung beteiligten Ärzte erhofft man sich von strukturierten Befunden [11]. In Studien haben sich insbesondere in komplexen klinischen Settings strukturierte Ansätze der Befundung bewährt [11–13].

Zur strukturierten Befundung von Ganzkörper-CTs von Schockraum-Patienten wurde an unserem Klinikum (Level-I-Traumazentrum) interdisziplinär (Unfallchirurgie, Anästhesie, Neurochirurgie, Viszeralchirurgie und Radiologie) eine 2-phasige Checkliste zur Polytrauma-Befundung erstellt. Das Prinzip der 2-phasigen Befundung wird auch in den aktuell gültigen Empfehlungen bezüglich der Traumadiagnostik des Royal College of Radiologists (RCR, Vereinigtes Königreich) vorgeschlagen [14]. Ziel dieser interdisziplinären Checkliste ist auf der einen Seite die Optimierung der Informationsübergabe. Auf der anderen Seite könnte diese, gerade bei Berufsanfängern, die Systematik und Genauigkeit der komplexen Polytrauma-Befundung verbessern.

Um die klinische Wertigkeit einer Checkliste bei Ärzten unterschiedlicher Ausbildungsabschnitte als Teil der strukturierten Befundung zu evaluieren, untersuchten wir in folgender Studie die Ergebnisqualität der Checklisten-Befundung von Schockraum-CTs von 3 Radiologen mit unterschiedlicher Berufserfahrung (Assistenzarzt im 1. Weiterbildungsjahr mit 10 Monaten CT-Erfahrung, Facharzt mit insgesamt 8 Jahren Berufserfahrung sowie Facharzt mit insgesamt 12 Jahren Berufserfahrung).

## Material und Methoden

Die vorliegende retrospektive, monozentrische Studie erfolgte mit anonymisierten CT-Datensätzen und wurde durch die zuständige Ethikkommission genehmigt.

### Patienten

Über eine Volltext-Datenbankabfrage des radiologischen Informationssystems RIS (Nexus.medRIS, Version 8.42, Nexus, Villingen-Schwenningen, Deutschland) wurden zunächst alle Patienten identifiziert, die innerhalb eines Zeitraums von 6 Monaten ein Multidetektor-CT (MDCT) entsprechend eines Polytrauma-Protokolls (► **Tab. 1**) bei angenommener Polytraumatisierung oder entsprechendem Traumamechanismus erhielten. Auf diese Weise konnten 140 konsekutive Patienten retrospektiv identifiziert werden.

### CT-Untersuchung

Bei allen eingeschlossenen Patienten war die Indikation zu einem Polytrauma-CT entsprechend den Empfehlungen der S3-Polytrauma-Leitlinie gestellt worden [2]. Die CT-Untersuchung erfolgte mit einem standardisierten Protokoll (► **Tab. 1**). In Einzelfällen wurden bei speziellen klinischen Fragestellungen zusätzliche Rekonstruktion erstellt (Syngo Imaging, VB36a, Siemens, Erlagen, Deutschland) und dauerhaft archiviert. Die retrospektive Studienbefundung erfolgte an 2 hochauflösenden Befundungsmonitoren (Radioforce RX 220, EIZO Europe, Mönchengladbach, Deutschland).

#### Strukturierte Befundung

Zur strukturierten Befundung wurden interdisziplinär 2 Checklisten zur schnellen (Phase 1) und umfassenderen (Phase 2) Evaluation von Polytrauma-CTs erstellt. Bei der Erstellung dieser beiden Checklisten waren unter Leitung der Radiologie die behandelnden Fachdisziplinen (Anästhesie, Unfallchirurgie, Viszeralchirurgie, Neurochirurgie, HNO, MKG, Augenheilkunde) aktiv beteiligt. So konnten 2 Polytrauma-CT-Checklisten erarbeitet werden, die die klinischen Anforderungen eines zertifizierten überregionalen Level-I-Traumazentrums erfüllen. Die anzustrebende Befundungszeit von einer und 10 Minute(n) für die Phase-1- und Phase-2-Checkliste wurde an unserem Haus interdisziplinär als optimal für die etablierten Abläufe der Polytrauma-Versorgung festgelegt. Auch die Phase-2-Checkliste ersetzt in der Routine nicht den abschließenden radiologischen Befund.

### Phase-1-Checkliste (60 Sekunden)

Die Phase-1-Checkliste dient der Erfassung akut lebensbedrohlicher Traumafolgen des Schädels, Thorax, Abdomens und Beckens sowie einer Überprüfung der Tubuslage (► **Abb. 1**). Die Befundung durch

► **Tab. 1** Standardisiertes Polytrauma-CT-Protokoll (Technik, Akquisition und Rekonstruktionen).

Technik	
CT-Scanner	2 × 128 Zeilen Spiral-CT (Somatom Definition Flash, Siemens, Erlangen, Deutschland)
Vorbereitung	Lagerung der Arme auf dem Körper
Untersuchungsbereich	<ul style="list-style-type: none"> <li>natives CCT</li> <li>kontrastmittelgestützter Scan Schädel bis Becken (bei klinischem V. a. Frakturen der Extremitäten, insbesondere der Ober- und Unterschenkel, Erweiterung des Scanbereichs)</li> </ul>
Kontrastmittel	<ul style="list-style-type: none"> <li>120 ml Accupaque 350i. v.</li> <li>Förderrate 3 ml/s</li> <li>Delay 55 s</li> </ul>
Akquisition des kontrastmittelgestützten Scans	
Scanmodus	Spiral-CT
Schichtkollimation	128 × 0,75 mm
Pitch	0,6
Dosisautomatik	automatische Modulation <ul style="list-style-type: none"> <li>Röhrenspannung (Care kV; Ref. 120 kV)</li> <li>Röhrenstrom (Care Dose; Ref. 30 mAs)</li> </ul>
Rekonstruktionen	
natives CCT	axial (orientiert an der Schädelbasis) in 5 mm Schichtdicke (SD) und Weichteilkernel (H20 s weich)
gesamter Scan	axial in 5 mm SD im Weichteilkernel (Kernel B31f mittelweich)
CTA Schädel und Hals	axial mit 1 mm SD
Thorax	zusätzlich axial mit 5 mm SD mit einem harten Kernel (B60f scharf)
Sekundärrekonstruktionen	<ul style="list-style-type: none"> <li>HWS: multiplanare Rekonstruktion (MPR) sagittal in 2 mm SD mit einem harten Kernel (B60f scharf)</li> <li>BWS und LWS: MPR sagittal in 3 mm SD mit einem harten Kernel (B60f scharf)</li> <li>CTA Schädel und Hals: Maximum Intensity Projection (MIPs) axial, sagittal und koronal in 10 mm Schichtdicke, 5 mm Schichtabstand im Weichteilkernel (D20f weich)</li> </ul>

den zuständigen Radiologen soll innerhalb der ersten 60 Sekunden, basierend auf den bereits akquirierten axialen Schichten, noch am CT-Gerät erfolgen. Die führenden Verletzungen sollen unverzüglich identifiziert werden, um so das optimale weitere diagnostische und therapeutische Vorgehen ohne Verzögerung festzulegen. In der Studie stand den Auswertern hierzu der Datensatz in transversaler Ebene in 5 mm Schichtdicke im Weichteilkernel und -fenster zur Verfügung. Bei der Befundung konnten Fensterungen an den Befundungsmonitoren vorgenommen werden. Die Topogramme wurden zur Auswertung der Phase-1-Checkliste nicht herangezogen.

### Phase-2-Checkliste (10 Minuten)

Bei der Phase-2-Checkliste soll die maximale Bearbeitungszeit unter 10 Minuten liegen. Zu diesem Zeitpunkt sollen die wichtigen radio-

Nein		CCT nativ	
<input type="checkbox"/>	Intrazerebrale Blutung	<input type="checkbox"/>	
<input type="checkbox"/>	Ödem	<input type="checkbox"/>	
<input type="checkbox"/>	Einklemmung	<input type="checkbox"/>	
Nein		CT Thorax	
		links	rechts
<input type="checkbox"/>	Pneumothorax	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	Tubuslage <i>nicht</i> korrekt	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	Blutung Thorax	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Nein		CT Abdomen	
<input type="checkbox"/>	Lazeration	Leber <input type="checkbox"/>	Milz <input type="checkbox"/> Niere <input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	Freie Flüssigkeit	Oberbauch <input type="checkbox"/>	Unterbauch <input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	Freie Luft	Oberbauch <input type="checkbox"/>	Unterbauch <input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	Hämatom	intraoperitoneal <input type="checkbox"/>	retroperitoneal <input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	Beckenfraktur	<input type="checkbox"/>	

► **Abb. 1** Checkliste Phase 1, welche in weniger als einer Minute und basierend auf den axialen Schichten des Polytrauma-CTs ausgefüllt werden soll.

logischen Diagnosen gestellt sein, um so das weitere Behandlungsschema festlegen zu können. Bei der Erstellung dieser Checkliste lag der Fokus auf klinisch relevanten Pathologien bei polytraumatisierten Patienten, die einen direkten Einfluss auf das weitere Prozedere nehmen (► **Abb. 2**). Die Checkliste soll nicht den ausführlichen Befund ersetzen. In der klinischen Routine wird weiter ein ausführlicher ausformulierter Textbefund erstellt, der anschließend im Radiologie-Informationssystem (RIS) zugänglich ist.

Die Gliederung der Checkliste erfolgt nach Organregion von kranial nach kaudal, mit der Intention, sowohl für den befundenden Radiologen als auch die behandelnden Kollegen die größtmögliche Übersichtlichkeit zu erzielen. Eine Seitenangabe der Verletzungen wird an den Stellen vorgenommen, wo dies direkten Einfluss auf die weitere Behandlung hat, beispielsweise bei der Notwendigkeit einer Thorax-Drainagenanlage bei Pneumothorax. Die Beurteilung von Wirbelkörperfrakturen erfolgt untergliedert in Schweregrade („Wirbelkörperfraktur“, „Beteiligung der Hinterkante“, „Spinalkanaleinengung“ oder „Luxationsfraktur“), wobei jeweils die Höhe

Nein		CCT nativ		Ja	
<input type="checkbox"/>	SAB	<input type="checkbox"/>	li.	<input type="checkbox"/>	re.
<input type="checkbox"/>	Intrazerebrale Blutung	<input type="checkbox"/>	li.	<input type="checkbox"/>	re.
<input type="checkbox"/>	Epidurale Blutung	<input type="checkbox"/>	li.	<input type="checkbox"/>	re.
<input type="checkbox"/>	Subdurale Blutung	<input type="checkbox"/>	li.	<input type="checkbox"/>	re.
<input type="checkbox"/>	Akute Ischämie	<input type="checkbox"/>	li.	<input type="checkbox"/>	re.
<input type="checkbox"/>	Ödem	<input type="checkbox"/>	li.	<input type="checkbox"/>	re.
<input type="checkbox"/>	Bulbusperforation	<input type="checkbox"/>	li.	<input type="checkbox"/>	re.
<input type="checkbox"/>	Mittelgesichtsfraktur	<input type="checkbox"/>	li.	<input type="checkbox"/>	re.
<input type="checkbox"/>	Aneurysma	<input type="checkbox"/>	li.	<input type="checkbox"/>	re.
<input type="checkbox"/>	V.a. Carotidisdissektion	<input type="checkbox"/>	li.	<input type="checkbox"/>	re.
<input type="checkbox"/>	V.a. Vertebralisdissektion	<input type="checkbox"/>	li.	<input type="checkbox"/>	re.
<input type="checkbox"/>	Kalottenfraktur	<input type="checkbox"/>	li.	<input type="checkbox"/>	re.
<input type="checkbox"/>	Intrazerebrale Luft	<input type="checkbox"/>	li.	<input type="checkbox"/>	re.
<input type="checkbox"/>	Schädelbasisfraktur	<input type="checkbox"/>	li.	<input type="checkbox"/>	re.
<input type="checkbox"/>	Felsenbeinfraktur	<input type="checkbox"/>	li.	<input type="checkbox"/>	re.
<input type="checkbox"/>	Kondylenfraktur C0	<input type="checkbox"/>			
<input type="checkbox"/>	HWS-Fraktur	<input type="checkbox"/>			
<input type="checkbox"/>	C0-C1 Dissoziation	<input type="checkbox"/>			
Nein		CT Thorax		Ja	
<input type="checkbox"/>	Aortendissektion	<input type="checkbox"/>	asc. <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	desc.
<input type="checkbox"/>	Lungenembolie	<input type="checkbox"/>	li.	<input type="checkbox"/>	re.
<input type="checkbox"/>	Herzbeutelamponade	<input type="checkbox"/>	li.	<input type="checkbox"/>	re.
<input type="checkbox"/>	V.a. Zwerchfellriss	<input type="checkbox"/>	li.	<input type="checkbox"/>	re.
<input type="checkbox"/>	Pneumothorax	<input type="checkbox"/>	li.	<input type="checkbox"/>	re.
<input type="checkbox"/>	Lungenkontusion	<input type="checkbox"/>	li.	<input type="checkbox"/>	re.
<input type="checkbox"/>	Aspiration	<input type="checkbox"/>	li.	<input type="checkbox"/>	re.
<input type="checkbox"/>	Pneumomediastinum	<input type="checkbox"/>			
<input type="checkbox"/>	Hämatothorax / relativer Pleuraerguss	<input type="checkbox"/>	li.	<input type="checkbox"/>	re.
<input type="checkbox"/>	Rippen-Serien-Fraktur	<input type="checkbox"/>	li.	<input type="checkbox"/>	re.
<input type="checkbox"/>	Fehllage des Tubus	<input type="checkbox"/>			
<input type="checkbox"/>	↪ mitgeteilt/korrigiert	<input type="checkbox"/>			
<input type="checkbox"/>	Thoraxdrainage	<input type="checkbox"/>	li.	<input type="checkbox"/>	re.
<input type="checkbox"/>	↪ Fehllage Drainage	<input type="checkbox"/>			
Nein		CT Abdomen		Ja	
<input type="checkbox"/>	Lazeration	<input type="checkbox"/>	Leber	<input type="checkbox"/>	Milz
<input type="checkbox"/>	Hämatom	<input type="checkbox"/>	intraoperitoneal	<input type="checkbox"/>	retroperitoneal
<input type="checkbox"/>	Arterielle Blutung	<input type="checkbox"/>	wo:		
<input type="checkbox"/>	Freie Flüssigkeit (Blut?)	<input type="checkbox"/>	Oberbauch	<input type="checkbox"/>	Unterbauch
<input type="checkbox"/>	Freie Luft abdominell	<input type="checkbox"/>	Oberbauch	<input type="checkbox"/>	Unterbauch
<input type="checkbox"/>	V.a. Ischämie	<input type="checkbox"/>	Darm	<input type="checkbox"/>	Niere
<input type="checkbox"/>	Beckenfraktur	<input type="checkbox"/>	vorne <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	hinten
<input type="checkbox"/>	- Beckenring	<input type="checkbox"/>	li.	<input type="checkbox"/>	re.
<input type="checkbox"/>	- Acetabulum	<input type="checkbox"/>	li.	<input type="checkbox"/>	re.
<input type="checkbox"/>	- Hüftkopfluxation	<input type="checkbox"/>	li.	<input type="checkbox"/>	re.

Wirbelkörper-Fraktur		Hinterkanten-Fraktur		Spinalkanaleinengung		Verhakte Luxationsfraktur	
<input type="checkbox"/>	C1	<input type="checkbox"/>	Th1	<input type="checkbox"/>	C1	<input type="checkbox"/>	Th1
<input type="checkbox"/>	C2	<input type="checkbox"/>	Th2	<input type="checkbox"/>	C2	<input type="checkbox"/>	Th2
<input type="checkbox"/>	C3	<input type="checkbox"/>	Th3	<input type="checkbox"/>	C3	<input type="checkbox"/>	Th3
<input type="checkbox"/>	C4	<input type="checkbox"/>	Th4	<input type="checkbox"/>	C4	<input type="checkbox"/>	Th4
<input type="checkbox"/>	C5	<input type="checkbox"/>	Th5	<input type="checkbox"/>	C5	<input type="checkbox"/>	Th5
<input type="checkbox"/>	C6	<input type="checkbox"/>	Th6	<input type="checkbox"/>	C6	<input type="checkbox"/>	Th6
<input type="checkbox"/>	C7	<input type="checkbox"/>	Th7	<input type="checkbox"/>	C7	<input type="checkbox"/>	Th7
			Th8				Th8
			Th9				Th9
			Th10				Th10
			Th11				Th11
			Th12				Th12

Erfasst im CT	Erfasst		Extremitäten		Frakturen		Gefäßabriss/ Dissektion				
	Ja	Nein	Ja	Nein	Ja	Nein	Ja	Nein			
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Oberarm	<input type="checkbox"/>	li.	<input type="checkbox"/>	re.	<input type="checkbox"/>	li.	<input type="checkbox"/>	re.
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Unterarm	<input type="checkbox"/>	li.	<input type="checkbox"/>	re.	<input type="checkbox"/>	li.	<input type="checkbox"/>	re.
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Handgelenk	<input type="checkbox"/>	li.	<input type="checkbox"/>	re.	<input type="checkbox"/>	li.	<input type="checkbox"/>	re.
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Hand	<input type="checkbox"/>	li.	<input type="checkbox"/>	re.	<input type="checkbox"/>	li.	<input type="checkbox"/>	re.
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Oberschenkel	<input type="checkbox"/>	li.	<input type="checkbox"/>	re.	<input type="checkbox"/>	li.	<input type="checkbox"/>	re.
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Unterschenkel	<input type="checkbox"/>	li.	<input type="checkbox"/>	re.	<input type="checkbox"/>	li.	<input type="checkbox"/>	re.
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Fuß	<input type="checkbox"/>	li.	<input type="checkbox"/>	re.	<input type="checkbox"/>	li.	<input type="checkbox"/>	re.

► **Abb. 2 a** Checkliste Phase 2: Die Befundung sollte innerhalb von 10 Minuten erfolgen. **b** Checkliste Phase 2: Die Befundung sollte innerhalb von 10 Minuten erfolgen.

der frakturierten Wirbelkörper dokumentiert wird. Zusätzlich wird in der Checkliste abgefragt, ob die Extremitäten adäquat erfasst wurden; so wird zwischen Ober- und Unterarm, Handgelenk und Hand bzw. Ober- und Unterschenkel und Fuß unterschieden. Hier wird lediglich das Vorhandensein von Frakturen und traumatischen Gefäßrupturen abgefragt. Gegebenenfalls können bei allen Organregionen handschriftliche Notizen hinzugefügt werden. Mögliche Nebenbefunde werden durch die Checklisten bewusst nicht erfasst.

In der retrospektiven Studienauswertung standen für die Phase-2-Checklisten-Befundung die in ► **Tab. 1** angegebenen Datensätze und Rekonstruktionen zur Verfügung. Diese entsprechen den standardmäßig an unserem Institut im PACS archivierten Datensätzen und Rekonstruktionen.

## Auswertung der Checklisten

Basierend auf der Phase-1- und Phase-2-Checkliste (► **Abb. 1, 2**) wurden in einer retrospektiven Studienauswertung die CT-Untersuchungen von 140 konsekutiven Patienten mit angenommener Polytraumatisierung von 3 Radiologen mit unterschiedlichem Ausbildungsstand evaluiert. Die Auswerter waren dabei gegenüber der Art des Traumas, des Traumamechanismus und den Ergebnissen der initialen körperlichen Untersuchung verblindet. Die Studienauswertung erfolgte über den Zeitraum von 4 Wochen an Workstations, wobei den Radiologen der Befundungszeitpunkt freigestellt war.

Auswerter 1 war ein radiologischer Weiterbildungsassistent im 1. Ausbildungsjahr mit 10 Monaten CT-Erfahrung. Auswerter 2 war ein Facharzt für Radiologie, der seit 3 Jahren als Facharzt arbeitete. Auswerter 3 war ein Facharzt für Radiologie mit einer Berufserfahrung als Facharzt von 7 Jahren und dem klinischen Schwerpunkt der muskuloskelettalen Bildgebung.

Allen 3 Auswertern wurden die anonymisierten CT-Datensätze der 140 polytraumatisierten Patienten zusammen mit den Phase-1- und Phase-2-Checklisten präsentiert. Die Auswerter wurden gebeten, beide Checklisten unter den vorbeschriebenen Zeitvorgaben von maximal 60 Sekunden bzw. 10 Minuten unter Studienbedingungen vollständig auszufüllen und zudem die hierfür benötigte Zeit in Sekunden zu dokumentieren. Bei Überschreiten der festgelegten Befundungszeiten wurde die Auswertung jedoch nicht gestoppt.

Die Auswertung der Ergebnisse der Checklisten erfolgte nach elektronischer Übertragung in eine Tabellenkalkulation (Excel für Mac 2016, Microsoft; Redmont, WA, USA). Basierend auf den Daten des KIS (Krankenhaus-Informationssystem; SAP-R/ 3 IS-H i.s.h.med) wurden zusätzlich das Geschlecht und Alter der Patienten, die Traumaursache und der im Arztbrief vermerkte ISS notiert. Zur Evaluation von Richtigkeit und Genauigkeit der Studienauswertung wurden als Goldstandard der endgültige radiologische Befund sowie die dokumentierten Verletzungen des Verlegungsbriefes aus der Notaufnahme und aus weiteren Arztbriefen während des Krankenhausaufenthaltes verwendet.

Für die Phase-1-Checkliste erfolgte eine Evaluation, ob im Vergleich zum Goldstandard Befunde übersehen (falsch negativ) oder überdiagnostiziert (falsch positiv) wurden.

Bei der Auswertung der Phase-2-Checkliste wurde unterschieden, ob der Befund entweder (A) korrekt war oder ob (B) Traumafolgen übersehen oder falsch interpretiert wurden (► **Tab. 2**). Bei diskrepanten Befunden (B) wurde nochmals zwischen bezüglich der

► **Tab. 2** Auswertungsschema hinsichtlich der Übereinstimmung der strukturierten Checklisten-Befundung und der endgültigen Befundung/der Diagnosen (Goldstandard) für die CT-Checkliste in der Phase 2.

A	korrekte Befundung
B	Traumafolge übersehen (falsch negativ)
I	therapieentscheidend
1	hohe Auswirkung
2	redundanter Befund
3	geringe Auswirkung
II	nicht therapieentscheidend

weiteren Therapie und Patientenmanagement (I) entscheidenden Befunden und (II) nicht therapieentscheidenden Befunden unterschieden. Bei der Konstellation BI (übersehene Traumafolge mit entscheidender Auswirkung auf Therapie und Patientenmanagement) erfolgte weiter eine Kodierung in: (1) Befund mit hoher klinischer Relevanz, (2) redundanter Befund (Bsp.: eine Wirbelkörperfraktur wurde korrekt diagnostiziert, eine Anschlussfraktur jedoch nicht beschrieben) und (3) nichterkannte Befunde mit jedoch geringer weiterer therapeutischer Auswirkung, die primär keiner weiteren Intervention bedürfen. Mit BI1 wurden beispielsweise nichtdiagnostizierte Wirbelkörperfrakturen, Milzlacerationen und Tubusfehlagen bewertet. Ein weiteres Beispiel für die Kodierung BI2 wären kontralaterale Rippenfrakturen bei bereits diagnostizierter einseitiger Rippenreihenfraktur. Als BI3 wurde z. B. ein geringer Pneumothorax bei bereits genannter Rippenreihenfraktur eingestuft. Wurde dagegen ein Befund, wie z. B. eine minimale Lungenkontusion, nicht beschrieben, so entsprach dies der Kodierung BII. In vorliegender Studie wurde auf die therapieentscheidenden Befunde und hier insbesondere die Befunde hoher Relevanz fokussiert.

Für die Durchführung der statistischen Tests wurde die Tabellenkalkulations-Software (Excel für Mac 2016, Microsoft; Redmont, WA, USA) sowie die GraphPad Software (GraphPad QuickCalcs (47)) verwendet. Zur statistischen Evaluation wurde der Chi-Quadrat-Test eingesetzt. Statistische Signifikanz wurde bei einem p-Wert < 0,05 angenommen.

## Ergebnisse

### Patienten

Alle 140 identifizierten Patienten konnten in die Auswertung einbezogen werden. Von den 140 Patienten waren 40 weiblich (28,6%) und 100 männlich (71,4%). Der Altersmedian der Patienten betrug dabei 38 Jahre, das Durchschnittsalter lag bei 43 Jahren (Range 2–93 Jahre). Bei den Traumaursachen war der Verkehrsunfall mit dem PKW bei 40% der Patienten führend. Als weitere Verkehrsunfälle wurden Unfälle mit Motorrädern (5,7%), Fahrrädern (5,7%) und von Fußgängern (5,7%) dokumentiert. In 10% der Fälle war ein Sturz aus großer Höhe (>3 m) für die Schockraum-CT ursächlich, in 19,3% ein Sturz aus niedriger Höhe (<3 m). Bei 3,6% der Patienten wurde ein Suizidversuch vermutet.



Bei 17 Patienten (12,1 %) konnte CT-morphologisch keine relevante Traumafolge festgestellt werden. Bei 62 Patienten (44,3 %) war im weiteren Verlauf eine operative Intervention notwendig, bei 12 Patienten (9 %) kam es noch während des Krankenhausaufenthaltes zum Exitus letalis. Insgesamt betrug der durchschnittliche ISS 16,7 (Range 0–75).

### Auswertung Phase-1-Checkliste

Der radiologische Weiterbildungsassistent (Auswerter 1) benötigte bei der Phase-1-Checkliste im Durchschnitt 51 Sekunden. Dabei wurden 7 Befunde bei 7 der 140 Patienten (5,0 % der Patienten) übersehen (falsch negativ) und 1 Befund bei einem Patienten (0,7 %) falsch positiv (untere Einklemmung zerebral) fehldiagnostiziert (► **Tab. 3**). Bei den falsch negativen Befunden handelte es sich um die Diagnose eines Hämatothorax/Thoraxblutung (n = 3), einer intrazerebralen Blutung (n = 2), eines Pneumothorax beidseits (n = 1) und eines Pneumothorax der Gegenseite (n = 1).

Auswerter 2 benötigte für die Phase-1-Checkliste durchschnittlich 35 Sekunden mit 16 falsch negativen Befunden bei 16 Patienten (11,4 %) und 2 falsch positiven Befunden (Beckenfraktur sowie V. a. intrazerebrale Blutung) bei 2 Patienten (1,4 %). Bei den übersehenen Befunden handelte es sich in abnehmender Häufigkeit um: Beckenfraktur (n = 4), Thoraxblutung (n = 4), Milzlazeration (n = 2), Pneumothorax (n = 2), ICB (n = 2), freie Flüssigkeit im Oberbauch (n = 1) und Leberlazeration (n = 1).

Der erfahrenste Befunder (Auswerter 3) benötigte im Durchschnitt 62 Sekunden, übersah 9 Diagnosen bei 9 Patienten (6,4 %) und beurteilte 2 Verletzungen bei 2 Patienten (1,4 %) falsch positiv (V. a. intrazerebrale bzw. thorakale Blutung). Falsch negativ eingestuft wurden die Diagnosen Pneumothorax (n = 3), Thoraxblutung (n = 2), Beckenfraktur (n = 2), Milzlazeration (n = 1) und freie Flüssigkeit im Oberbauch (n = 1).

### Auswertung Phase-2-Checkliste

Auswerter 1 (Weiterbildungsassistent) benötigte zur Bearbeitung der Phase-2-Checkliste im Durchschnitt 6 Minuten und 19 Sekunden. Dabei wurden insgesamt 34 Befunde bei 27 Patienten nicht beschrieben, was einer falsch negativen Befundung von 19,3 % der Untersuchungen entspricht (► **Tab. 4**). Davon waren 18 Fälle (52,9 %) als therapieentscheidend kodiert (BI). In 10 Fällen war die Diskrepanz als BI1 kodiert (starke Auswirkung auf den weiteren Therapieverlauf). Unter anderem wurden eine occipitale Kondylenfraktur (► **Abb. 3**), eine Wirbelkörperfraktur und eine Rippenreihenfraktur nicht beschrieben (► **Tab. 5**).

Bei Auswerter 2 ergab sich eine durchschnittliche Bearbeitungszeit der Phase-2-Checkliste von 2 Minuten und 45 Sekunden. Die Falsch-Negativ-Rate gegenüber dem Goldstandard lag hier bei 32,1 % der Fälle mit insgesamt 60 nicht diagnostizierten Befunden bei 45 Patienten (► **Tab. 4**). Dabei waren 55 Befunde (91,7 %) als BI, also therapieentscheidend, klassifiziert. Hervorzu-

► **Tab. 3** Auswertung der Phase-1-Checkliste durch einen Assistenzarzt im 1. Ausbildungsjahr und 2 Fachärzten (FA) im jeweils 3. und 7. Jahr mit Dokumentation des Durchschnitts und der Spannweite der Auswertezeit in Sekunden sowie falsch positiver und falsch negativer Befunde. Die Prozentangaben beziehen sich auf die Anzahl der Patienten mit fehlerhaften Diagnosen (falsch positiv und falsch negativ) bezogen auf das Gesamtstudienkollektiv von 140 Patienten.

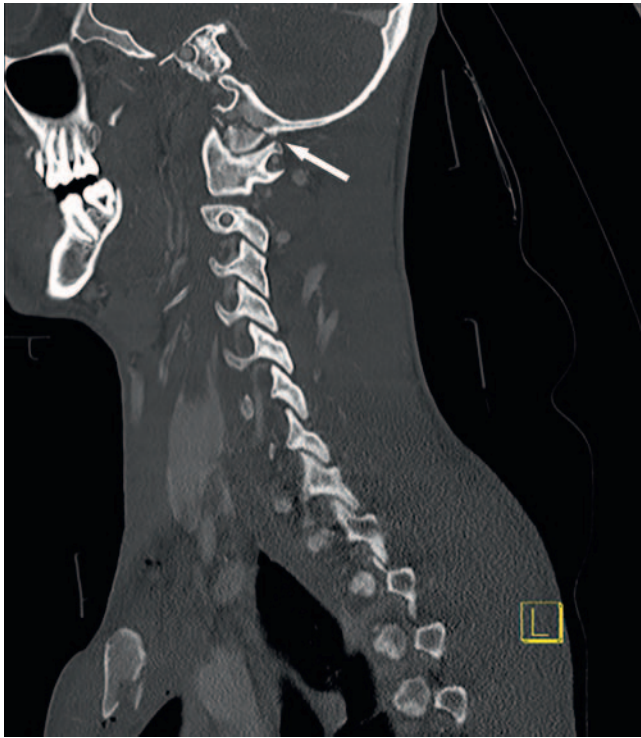
Phase 1 (<60 s) bei n = 140 Patienten	Auswerter 1 (Assistenzarzt)	Auswerter 2 (FA 3 Jahre)	Auswerter 3 (FA 7 Jahre)
durchschnittliche Befundungszeiten (Spannweite)	51 s (30–100 s)	35 s (21–70 s)	62 s (25–120 s)
übersehene Befunde (falsch negativ)	7 (5,0 %)	16 (11,4 %)	9 (6,4 %)
falsche Diagnose (falsch positiv)	1 (0,7 %)	2 (1,4 %)	2 (1,4 %)

► **Tab. 4** Auswertung der Phase-2-Checkliste durch einen Assistenzarzt im 1. Ausbildungsjahr und 2 Fachärzten (FA) im 3. und 7. Jahr mit Dokumentation des Durchschnitts und der Spannweite der Auswertezeit sowie einer Subanalyse der übersehenen Befunde nach therapeutischer Konsequenz (entsprechend der Kodierung aus ► **Tab. 2**).

Phase 2 (<10 min) bei n = 140 Patienten	Auswerter 1 (Assistenzarzt)	Auswerter 2 (FA 3 Jahre)	Auswerter 3 (FA 7 Jahre)
durchschnittliche Befundungszeiten (Spannweite)	6 min 19 s (3 min 1 s – 15 min 10 s)	2 min 45 s (1 min 30 s – 5 min 41 s)	5 min 37 s (3 min 10 s – 10 min 20 s)
übersehene Befunde (falsch negativ)	34	60	67
BI1 (wichtige Befunde übersehen)	10	38	45
BI2 (redundante Befunde)	2	5	3
BI3 (geringe Auswirkung)	6	12	13
BI1 (nicht therapieentscheidend)	16	5	6

heben sind hierbei 13 Fälle von übersehenen Wirbelkörperfrakturen und 5 nicht beschriebene Rippenserienfrakturen.

Auswerter 3 benötigte im Durchschnitt für die Bearbeitung der Phase-2-Checkliste 5 Minuten und 37 Sekunden. Insgesamt wurden dabei 67 Befunde bei 49 Patienten übersehen (35,0% falsch negativ). 61 Fälle davon (91,0%) wurden als therapieentscheidend eingeordnet (► **Tab. 3**). Auch hier waren Wirbelkörperfrakturen in 11 Fällen und Rippenserienfrakturen in 9 Fällen als übersehene Diagnosen führend (► **Abb. 4**).



► **Abb. 3** Sagittale Reformation der Halswirbelsäule im Knochenfenster eines 22-jährigen männlichen polytraumatisierten Patienten, die Verletzungen ereigneten sich im Rahmen eines PKW-Unfalls. Abgebildet ist unter anderem die gering dislozierte Fraktur der rechten Occipitalkondyle (weißer Pfeil), welche übersehen wurde. Der übersehene Befund wurde als therapieentscheidend mit hoher Relevanz (B11) klassifiziert.

Weitere Beispiele für falsch negative Befunde der Kategorie B11 waren Leber- und Milzlazeration, Lungenembolie, Darmischämie, Mittelgesichtsfraktur oder auch Tubusfehlage, wobei diese Diagnosen bei allen Auswertern lediglich mit  $n = 1$  übersehen wurden.

Der Unterschied in der Ergebnisqualität wurde mit dem Chi-Quadrat-Test nach Pearson statistisch verglichen. Dabei war der Unterschied in der diagnostischen Genauigkeit des Assistenzarztes im Vergleich zum Facharzt seit 3 Jahren mit  $p = 0,0197$  bzw. zum Facharzt mit 7 Jahren mit  $p = 0,0046$  statistisch signifikant.

Übersehene Diagnosen der Kategorie B12 waren subdurale Blutung, Wirbelkörper- und Rippenserienfrakturen sowie größere Lungenkontusion, vorausgesetzt, diese Pathologien wurden bereits auf der Gegenseite oder im Falle der Wirbelkörperfrakturen in räumlicher Nähe diagnostiziert. Zudem wurde  $n = 1$  Unterarmfraktur nicht diagnostiziert. In der Kategorie B13 waren die häufigsten Diagnosen Pneumothorax (bei genannter Rippenserienfraktur), Lungenkontusion (bei genannter Rippenserienfraktur), Rippenserienfraktur (bei genanntem Hämatothorax), Felsenbeinfraktur (bei genannter Kalotten- und Schädelbasisfraktur) und Frakturen mehrerer Processus vertebrae. Der mit Abstand häufigste B11-Befund war die mini-



► **Abb. 4** Axiale CT des Thorax eines 66 Jahre alten männlichen Polytrauma-Patienten im Knochenfenster. Anamnestisch bestand der Zustand nach Sturz aus 2 m Höhe. Nachweis einer gering dislozierten linksseitigen Rippenserienfraktur (3.-6. Rippe, weiße Pfeile). Auch hier erfolgte eine Einstufung der übersehenen Frakturen als therapieentscheidend mit hoher klinischer Relevanz (B11).

► **Tab. 5** Übersicht über die häufigsten, in der Checkliste Phase 2 nicht beschriebenen Befunde mit hoher Auswirkung auf die Therapie (Kategorie B11; siehe ► **Tab. 2**), die von mindestens einem Auswerter übersehen wurden.

diskrepante B11-Befunde der Phase-2-Checkliste bei $n = 140$	Auswerter 1 (Assistenzarzt)	Auswerter 2 (FA 3 Jahre)	Auswerter 3 (FA 7 Jahre)
Wirbelkörperfraktur	2	13	11
Rippenserienfraktur	2	5	9
Kalottenfraktur	1	3	3
Schädelbasisfraktur	–	3	3
Femurfraktur	1	–	4
Humerusfraktur	–	1	2

male intrakranielle Blutung bei bereits diagnostizierter intrakranieller Blutung in räumlicher Nähe.

## Diskussion

Ziel der vorliegenden Arbeit war es, die diagnostische Genauigkeit einer strukturierten Befundung basierend auf 2 Checklisten zur Initialbefundung von Schockraum-Computertomografien zu evaluieren und bezüglich möglicher Unterschiede je nach Ausbildungsstand und Erfahrung der Befunder zu überprüfen.

In der Befundung der Phase-1-Checkliste überwogen übersehene, also falsch negative Befunde, deutlich. Am häufigsten handelte es sich hier um Pathologien des Thorax wie Pneumothorax und Hämatothorax. Die Häufigkeit nicht diagnostizierter Traumafolgen von 5% (Auswerter 1) und 11,4% (Auswerter 2) lässt sich teilweise durch die sehr kurzen Befundungszeiten erklären. So benötigte Auswerter 2 für die Auswertung durchschnittlich 35 Sekunden. Eine weitere mögliche Ursache der Ergebnisse könnte darin liegen, dass in der Phase 1 nur die axialen 5mm-Schichten im Weichteilkern zur Verfügung standen, um möglichst die Bedingungen der späteren klinischen Anwendung der Echtzeitbefundung am CT-Scanner zu simulieren. Zudem wurde in der Studie keine weitere Einteilung der diskrepanten Befunde bezüglich Relevanz vorgenommen. So wurde beispielsweise ein nicht diagnostizierter Pneumothorax unabhängig von seiner Größe als diskrepant i. S. eines falsch negativen Befundes gewertet.

Bei der Auswertung der Phase-2-Checkliste ist bei allen 3 Auswertern die insgesamt hohe Rate übersehener Befunde auffallend. So wurden bei 19,3–35,0% der Patienten falsch negative Befunde in Bezug auf den Goldstandard in der Checkliste erstellt. Hier ist es wichtig zu ergänzen, dass die Einstufung der Relevanz von Befunden konservativ gewählt wurde, so sind beispielsweise Rippenserienfrakturen oder Pneumothorax als B1, also übersehene Traumafolge mit entscheidender Auswirkung auf Therapie und Patientenmanagement, eingestuft. Eine weitere mögliche Erklärung für die hohe Rate falsch negativer Befunde ist, dass die Befunder verblindet gegenüber klinischen Angaben waren. In Kenntnis des Traumamechanismus und der klinischen Präsentation des Patienten kann insbesondere in der initialen, schnellen Befundung der Fokus auf die am wahrscheinlichsten verletzte Körper-/Organregion gelegt werden. Weiter erfolgte unsere Studienauswertung unter dem Druck von Zeitvorgaben. Bei der vorgegebenen maximalen Bearbeitungsdauer von 10 Minuten für die Phase-2-Checkliste ist auch in der Routine das Übersehen von Befunden wahrscheinlich. Die Checklisten-Auswertung ist auch bei ihrer geplanten Anwendung in der klinischen Routine nicht als Ersatz des endgültigen radiologischen Befundes zu sehen, welcher insbesondere bei schwerer Verletzten weit länger als 10 Minuten in der Erstellung beansprucht wird. Das RCR gibt vor, für die Erstellung des endgültigen radiologischen Befundes von Polytrauma-CTs maximal 60 Minuten anzustreben [14]. West et al. berichten in ihrer Studienauswertung von Trauma-CT-Untersuchungen eine 12%ige Fehlerrate bezüglich relevanter Fehldiagnosen [15]. Die niedrigere Fehlerrate im Vergleich zu unserer Studie könnte an der Tatsache liegen, dass in der Studie lediglich abdominelle Trauma-CTs in die Auswertung einbezogen wurden. Hillier et al. verglichen die von Ärzten in Weiterbildung in der Routine erstellten Befunde von ins-

gesamt 331 CT-Untersuchungen mit dem von einem Oberarzt im Rahmen der Studie erstellten Goldstandard-Befund. In dieser Auswertung fiel ebenfalls eine hohe Diskrepanzrate von 21,5% auf, wobei hier keine Beschränkung auf Traumauntersuchungen vorgenommen wurde, was ursächlich für die geringere Fehlerrate sein könnte [16].

Dass es sich bei unserer Studie in der Auswertung der Phase-2-Checkliste lediglich um falsch negative Befunde handelte, dürfte einerseits durch die Auswertung unter Zeitdruck und andererseits durch die reine Studienauswertung erklärbar sein. So ist bei dem gewählten Studiendesign die Wahrscheinlichkeit sog. Perzeptionsfehler, bei denen der Befund vom Radiologen nicht entdeckt wird, deutlich höher als von Interpretationsfehlern, bei welchen eine entdeckte Auffälligkeit falsch interpretiert wird [17]. Auch die oben bereits erwähnte Studie von Hillier et al. zeigte vor allem falsch negative Befunde (69,0%) [16].

In der Phase-2-Auswertung wurden am häufigsten Frakturen, vor allem der Wirbelkörper und der Rippen, übersehen. Auch weitere Studien im Notfall-Setting haben dies gezeigt [17, 18]. Die hohe Anzahl übersehener Frakturen dürfte auch in der Tatsache begründet sein, dass auf fragliche Frakturen angulierte oder dünn-schichtige Sekundärreformationen in der Studienauswertung nicht zur Beurteilung verfügbar waren.

Vor allem bei den beiden erfahrenen Radiologen fiel auf, dass die meisten falsch negativen Befunde in die Kategorie B1 fielen, es sich also um wichtige therapieentscheidende Befunde handelte. Ursächlich könnte hier sein, dass mit der Checkliste bewusst nur im Rahmen der initialen Traumaversorgung relevante Befunde und keine Nebenbefunde abgefragt wurden. Zudem kann an dieser Stelle angemerkt werden, dass eine konservative Klassifikation der therapielevanten Befunde von hoher Relevanz vorgenommen wurde – so wurden nur gering dislozierte Rippenfrakturen bereits als B1 eingestuft.

Insgesamt war bei allen 3 auswertenden Radiologen die Anzahl übersehener redundanter Befunde „B12“, wie beispielsweise kontralaterale diskrete intrakranielle Blutung, niedrig. Dies ist ein möglicher Hinweis darauf, dass durch die Checklisten der Effekt einer „satisfaction of search“, also das Phänomen, dass nach Diagnose einer Pathologie weitere Pathologien häufiger nicht mehr diagnostiziert werden, bezogen auf ebensolche redundanten Befunde, verringert werden kann. Die insgesamt hohe Rate übersehener Befunde in der vorliegenden Studienauswertung spricht jedoch dafür, dass der „satisfaction of search“-Fehler durch die Checklisten wohl nicht verringert wird [19–21].

Zwischen den 3 Studienauswertern ergaben sich sowohl bezüglich der Bearbeitungszeiten der Phase-2-Checklisten als auch der Befundgenauigkeit statistisch signifikante Unterschiede. So hatte Auswerter 2 (Facharzt, 3 Jahre) mit durchschnittlich 2 Minuten und 45 Sekunden zwar die geringste Auswertungszeit, jedoch eine hohe Diskrepanzrate von 32,1%, während der am wenigsten erfahrene Auswerter (Weiterbildungsassistent im 1. Jahr) mit durchschnittlich 6 Minuten und 19 Sekunden am meisten Zeit benötigte, jedoch auch die geringste Diskrepanzrate zum Goldstandard von 19,3% aufwies. Längere Befundungszeiten korrelieren somit mit niedrigeren Diskrepanzraten. Auffallend ist jedoch, dass alle 3 Befunder im Durchschnitt in vorliegendem Studiensetting unter der für die Auswertung vorgegebenen Zeit von 10 Minuten in Phase 2 geblieben



sind. Der in anderen Studien nachgewiesene Zusammenhang zwischen erhöhten Fehlerraten und verkürzten Befundungszeiten aufgrund steigenden Zeitdrucks kann also nur bedingt zur Erklärung herangezogen werden [22].

Insgesamt fiel auf, dass vor allem der am wenigsten erfahrene Auswerter, ein Assistenzarzt in seinem 1. Weiterbildungsjahr, die geringste Fehlerquote aufwies. In diesem Studienergebnis sind sowohl Vor- als auch Nachteile der strukturierten Befundung enthalten. Wie Gunderman et al. 2014 kommentierten, ist vor allem während des Erlernens der Bildinterpretation und Befunderstellung eine strukturierte und somit geführte Befundung nützlich [23]. Erfahrene Radiologen, die insbesondere bei einer komplexen Befundung einer Polytrauma-CT ihr individuelles Befundungsschema heranziehen, können durch den veränderten Befundungsfluss erheblich in ihrer Perzeptionsfähigkeit gestört werden. Das starre Format der strukturierten Befundung bzw. in unserem Fall der Checklisten birgt die Gefahr einer „Entfremdung“ von dem erprobten Befundungsablauf, da die Aufmerksamkeit vermehrt auf das Ankreuzen und Ausfüllen einer Checkliste gelenkt wird und sich so die Perzeption von Pathologien verschlechtern kann [24]. So wurde auch gemutmaßt, dass vor allem langjährig praktizierende Radiologen standardisierten Befundungsansätzen kritisch gegenüberstehen [13, 25]. Eaton et al. konnten durch die Einführung einer Checklisten-Befundung von Halswirbelsäulen-CTs zwar eine erhöhte diagnostische Genauigkeit erzielen, der Unterschied stellte sich jedoch nicht als statistisch signifikant heraus [26].

Unsere Studie scheint die These zu stützen, dass insbesondere in der Ausbildungsphase der Ansatz einer strukturierten Befundung vorteilhaft ist, da der unerfahrenste Auswerter der Studie die höchste Befundgenauigkeit aufwies. Um zu beweisen, dass der Radiologe in Weiterbildung durch die strukturierte Befundung am stärksten profitiert, müsste ein Vergleich mit seiner „konventionellen“ Befundung durchgeführt werden.

Als deutliche Limitation unserer Studie ist die reine Studienauswertung der 140 Schockraum-CT-Datensätze zu sehen, da hier die Gefahr einer geringeren Genauigkeit bei der Befundung besteht, verglichen mit der Befundung unter realen Bedingungen. So ist es beispielsweise denkbar, dass der Ausbildungsassistent bei der Studienbefundung besonders gut abschneiden wollte, die erfahreneren Auswerter jedoch in der Routine weniger Zeit für die Studie zur Verfügung hatten oder auch häufiger unterbrochen wurden. Interessant wäre in diesem Kontext ein Vergleich der Genauigkeit der konventionellen und Checklisten-basierten Befundung unter identischen Auswertebedingungen im Studiensetting gewesen. Zudem wäre eine Erfassung der Gründe für die teils sehr kurzen Befundungszeiten aufschlussreich.

Eine prospektive Studiererprobung der Checklisten unter realen Befundungsbedingungen von Schockraum-CTs ist somit wünschenswert, insbesondere um dem Effekt der reinen Studienauswertung und der fehlenden Einbettung in den klinischen Kontext zu entgehen.

## KLINISCHE RELEVANZ DER STUDIE

- Bei reinem Studieneinsatz und unter Zeitdruck besteht bei der Anwendung einer 2-phasigen Checkliste zur initialen Schockraum-CT-Befundung, insbesondere bei erfahrenen Radiologen, eine hohe diagnostische Ungenauigkeit.
- Weniger erfahrene Radiologen können bei Anwendung von Checklisten in der Befundung komplexer Untersuchungen eine im Vergleich mit erfahrenen Befundern höhere diagnostische Genauigkeit erzielen.

## Interessenkonflikt

Die Autorinnen/Autoren geben an, dass kein Interessenkonflikt besteht.

## Literatur

- [1] (DGU) DGfU. Jahresbericht 2019; TraumaRegister DGU. [http://www.traumaregister-dgu.de/fileadmin/user\\_upload/traumaregister-dgu.de/docs/Downloads/Jahresbericht\\_2019.pdf](http://www.traumaregister-dgu.de/fileadmin/user_upload/traumaregister-dgu.de/docs/Downloads/Jahresbericht_2019.pdf); Stand: 20.12.2020
- [2] Unfallchirurgie DGfr. S3-Leitlinie Polytrauma/Schwererletzten-Behandlung; AWMF Register-Nr. 012/019. [https://www.awmf.org/uploads/tx\\_szleitlinien/012-019l\\_S3\\_Polytrauma\\_Schwererletzten-Behandlung\\_2017-08.pdf](https://www.awmf.org/uploads/tx_szleitlinien/012-019l_S3_Polytrauma_Schwererletzten-Behandlung_2017-08.pdf); Stand 20.12.2020
- [3] Frink M, Lechler P, Debus F et al. Multiple Trauma and Emergency Room Management. *Dtsch Arztebl Int* 2017; 114: 497–503. doi:10.3238/arztebl.2017.0497
- [4] Collicott PE, Hughes I. Training in advanced trauma life support. *JAMA* 1980; 243: 1156–1159
- [5] Braunschweig R, Wawro W. Integrierte Bildgebung bei Polytrauma. *Trauma und Berufskrankheit* 2005; 7: S207–S213. doi:10.1007/s10039-004-0970-x
- [6] Wirth S, Hebebrand J, Basilico R et al. European Society of Emergency Radiology: guideline on radiological polytrauma imaging and service (short version). *Insights Imaging* 2020; 11: 135 doi:10.1186/s13244-020-00947-7
- [7] Stevens KJ, Griffiths KL, Rosenberg J et al. Discordance rates between preliminary and final radiology reports on cross-sectional imaging studies at a level 1 trauma center. *Acad Radiol* 2008; 15: 1217–1226. doi:10.1016/j.acra.2008.03.017
- [8] Ruchman RB, Jaeger J, Wiggins EF 3rd et al. Preliminary radiology resident interpretations versus final attending radiologist interpretations and the impact on patient care in a community hospital. *Am J Roentgenol* 2007; 189: 523–526. doi:10.2214/Am J Roentgenol.07.2307
- [9] Branstetter BFT, Morgan MB, Nesbit CE et al. Preliminary reports in the emergency department: is a subspecialist radiologist more accurate than a radiology resident? *Acad Radiol* 2007; 14: 201–206. doi:10.1016/j.acra.2006.11.001
- [10] Bosmans JM, Weyler JJ, De Schepper AM et al. The radiology report as seen by radiologists and referring clinicians: results of the COVER and ROVER surveys. *Radiology* 2011; 259: 184–195
- [11] Larson DB, Towbin AJ, Pryor RM et al. Improving consistency in radiology reporting through the use of department-wide standardized structured reporting. *Radiology* 2013; 267: 240–250. doi:10.1148/radiol.12121502
- [12] Hales BM, Pronovost PJ. The checklist—a tool for error management and performance improvement. *J Crit Care* 2006; 21: 231–235. doi:10.1016/j.jcrc.2006.06.002

- [13] Schwartz LH, Panicek DM, Berk AR et al. Improving communication of diagnostic radiology findings through structured reporting. *Radiology* 2011; 260: 174–181. doi:10.1148/radiol.11101913
- [14] Radiologist TRCo. Standards of practice and guidance for trauma radiology in severely injured patients, Second edition 2015. [https://www.rcc.ac.uk/system/files/publication/field\\_publication\\_files/bfcr155\\_trauma\\_radiol.pdf](https://www.rcc.ac.uk/system/files/publication/field_publication_files/bfcr155_trauma_radiol.pdf); Stand: 20.12.2020
- [15] West OC, Anderson J, Lee JS et al. Patterns of diagnostic error in trauma abdominal CT. *Emerg Radiol* 2002; 9: 195–200. doi:10.1007/s10140-002-0225-8
- [16] Hillier JC, Tattersall DJ, Gleeson FV. Trainee reporting of computed tomography examinations: do they make mistakes and does it matter? *Clinical Radiology* 2004; 59: 159–162. doi:10.1016/s0009-9260(03)00309-x
- [17] Guly HR. Diagnostic errors in an accident and emergency department. *Emerg Med J* 2001; 18: 263–269
- [18] Pinto A, Reginelli A, Pinto F et al. Errors in imaging patients in the emergency setting. *Br J Radiol* 2016; 89: 20150914 doi:10.1259/bjr.20150914
- [19] Berbaum KS, Franken EA Jr, Dorfman DD et al. Satisfaction of search in diagnostic radiology. *Invest Radiol* 1990; 25: 133–140
- [20] Fleck MS, Samei E, Mitroff SR. Generalized „satisfaction of search“: adverse influences on dual-target search accuracy. *J Exp Psychol Appl* 2010; 16: 60–71. doi:10.1037/a0018629
- [21] Schartz KM, Madsen MT, Kim J et al. Trauma in CT: The Role of Severe Injury on Satisfaction of Search Revised. *J Am Coll Radiol* 2016; 13: 973–978 e974. doi:10.1016/j.jacr.2016.04.014
- [22] Terreblanche OD, Andronikou S, Hlabangana LT et al. Should registrars be reporting after-hours CT scans? A calculation of error rate and the influencing factors in South Africa. *Acta Radiol* 2012; 53: 61–68. doi:10.1258/ar.2011.110103
- [23] Gunderman RB, McNeive LR. Is structured reporting the answer? *Radiology* 2014; 273: 7–9. doi:10.1148/radiol.14132795
- [24] Weiss DL, Langlotz CP. Structured reporting: patient care enhancement or productivity nightmare? *Radiology* 2008; 249: 739–747. doi:10.1148/radiol.2493080988
- [25] Langlotz CP. Structured radiology reporting: are we there yet? *Radiology* 2009; 253: 23–25. doi:10.1148/radiol.2531091088
- [26] Lin E, Powell DK, Kagetsu NJ. Efficacy of a checklist-style structured radiology reporting template in reducing resident misses on cervical spine computed tomography examinations. *J Digit Imaging* 2014; 27: 588–593. doi:10.1007/s10278-014-9703-2